

З. В. ВРУБЛЕВСКАЯ, И. С. ДЕЛИЦИН, Б. Б. ЗВЯГИН,
С. В. СОБОЛЕВА

СТРУКТУРНО СОВЕРШЕННЫЙ КУКЕИТ, ОБРАЗОВАВШИЙСЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ БОКСИТОВ

В отличие от широко распространенных в природе триоктаэдрических хлоритов, диоктаэдрические и дитриоктаэдрические хлориты являются сравнительно редкими слоистыми силикатами, в связи с чем они представляют значительный кристаллохимический и генетический интерес. В этом отношении особенно примечателен дитриоктаэдрический Li-хлорит, — кукеит, обнаруженный в бокситах Джалаирского месторождения. Он оказался уникальным по степени совершенства своей кристаллической структуры, что позволило раскрыть его политипное своеобразие, и приурочен к завершающей стадии интересного процесса трансформации вещества в бокситовой породе.

Боксит Джалаирского месторождения залегает в зоне континентального перерыва между нижним и средним карбоном. Известняки, подстилающие боксит, подверглись некоторому закарстованию. Образовавшиеся при этом небольшие карстовые полости впоследствии были заполнены бокситовым материалом, образующим пластоподобные тела с утолщениями в местах карстовых полостей и с полным выклиниванием в местах выступов нерастворенного известняка. После образования бокситовая толща была прикрыта более молодым среднекарбовым известняком.

Вся толща впоследствии подверглась значительному метаморфизму. В результате известняк мраморовался, а боксит частично перешел в наждак. В настоящее время бокситовый пласт образует ряд разобщенных участков мощностью до 3 м. На одном из этих участков, около нижнего контакта (в зоне мощностью до 40 см) боксит оказался раздробленным на блоки размером до 10 см.

Трещины и стыки между этими блоками выполнены пиррофиллитом. В частных случаях развитие пиррофиллита идет столь интенсивно, что блоки боксита, частично превращенного в наждак, оказываются заключенными в ячейках пиррофиллитовой сетки.

В образцах этого участка (боксит бурый, плотный, бобовой структуры), любезно представленных для исследования А. П. Гапеевым, ИГЕМ АН СССР, агрегат чешуек бледно-зеленого пиррофиллита имеет четкую ориентировку — чешуйки пиррофиллита длиной до 4 мм, обычно ориентированные перпендикулярно зальбандам трещин. Согласно электронограммам от текстур, этот пиррофиллит относится к распространенной в природе модификации 2М (Звягин и др., 1969). В образцах обнаружались четко выраженные маломощные поверхности скольжения, развитые в пиррофиллитовом материале. Направление их развития обычно

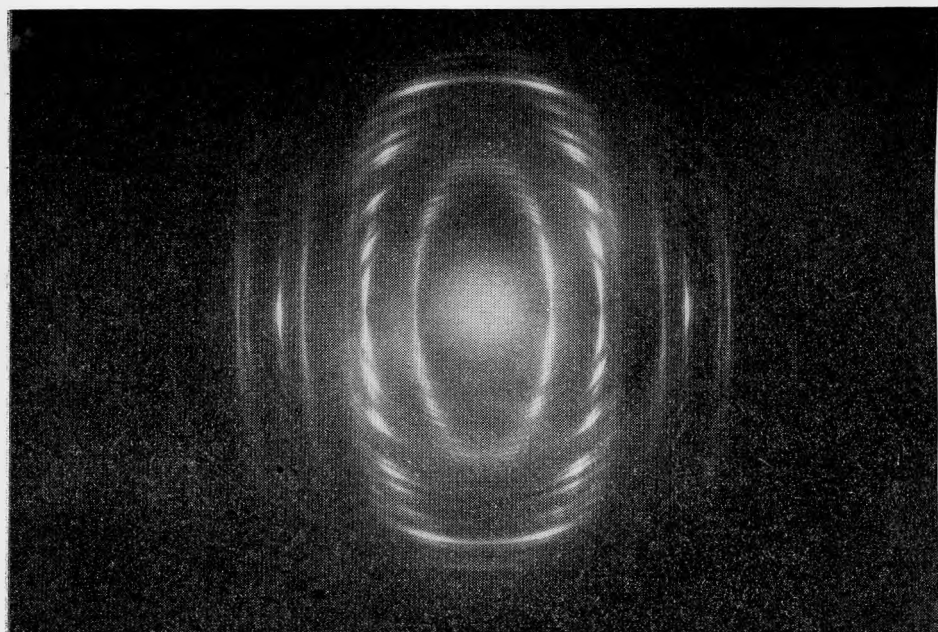
было кососекущим по отношению к закономерной ориентировке длинных осей агрегатов пиррофиллитовых чешуек. Слагающий эти зоны материал достаточно резко отличается от пиррофиллита как цветом (белый — голубовато-серый), так и текстурой (от мелкозернистой до макроскопически скрытокристаллической). При электронографическом изучении этого материала из локальных зон скопления были получены чрезвычайно четкие и богатые рефлексами электронограммы от текстур, расшифровка которых и показала, что данное вещество представляет собой дитриоктаэдрический хлорит с упорядоченной структурой, свойственной определенной политипной модификации этого минерала.

В связи с тем, что в структурах хлоритов чередуются слои двух разных типов (трехэтажные и одноэтажные, условно обозначаемые 2:1 и 0:1), которые могут по-разному смещаться относительно друг друга и иметь разные относительные ориентировки, для этих минералов, в принципе, возможно исключительное разнообразие политипных модификаций. Их подразделяют на шесть групп. В пределах каждой структуры могут различаться смещения слоев и сеток в направлении оси b , кратными $b/3$, и каждая группа характеризуется определенной проекцией на плоскость ac . Если смещения по оси b в них распределены беспорядочно, то такие политипные модификации называются полубеспорядочными (Bailey, Brown, 1962). В действительности, наблюдались, как правило, именно такие модификации, причем из шести возможных чаще всего только одна — из пакетов σ (пакет определяется комбинацией пары смежных слоев 2:1 и 0:1 и задается смещениями двумерных сеток многогранников σ_i , τ_k , относительной ориентировкой слоев пакета и характером наложения их катионов (Звягин, 1964). Некоторые полубеспорядочные политипные модификации (из пакетов σ' , σ' , $|\sigma'|$) встречаются значительно реже, а политипные модификации из пакетов $|\sigma|$, σ не наблюдаются вовсе (в пакетах σ' октаэдры слоев 2:1 и 0:1 имеют одинаковые, а в пакетах σ — противоположные ориентировки; вертикальная черта обозначает такое смещение слоев 2:1 и 0:1 в пакетах, при котором смежные октаэдрические и тетраэдрические катионы находятся на одной вертикали).

Упорядоченные политипные модификации встречаются весьма редко, причем обычно они представлены в монокристаллах и более вероятны для диоктаэдрических и ди-триоктаэдрических хлоритов. В табл. 1 перечислены упорядоченные политипные модификации хлоритов, описанные в литературе, а также и для исследованного в данной работе кукуента.

В практике электронографической лаборатории ИГЕМ АН СССР изучались образцы диоктаэдрических и ди-триоктаэдрических хлоритов из разных месторождений Советского Союза и других стран. Согласно распределению интенсивностей рефлексов с $k=3n$, в большинстве случаев они состояли из пакетов $|\sigma'|$, реже из пакетов σ . Рефлексы с $k \neq 3n$, указывающие на упорядоченность структуры, были видны с различной степенью четкости, однако недостаточной для идентификации политипных модификаций. Образец хлорита, обнаруженный в бокситах Джалаирского месторождения, в этом отношении существенно отличается. Он обладает значительно более упорядоченной кристаллической структурой, и его электронограммы предоставили благоприятную возможность точного анализа геометрии решетки и надежного определения политипной модификации.

На первый взгляд казалось, что геометрия электронограмм (рис. 1) удовлетворяет «моноклинному» закону расположения рефлексов, согласно которому их высоты (расстояния от малых осей эллипсов) $D = hp + lq$ ($p \sim a^* \cos \beta^*$, $q \sim c^*$), причем $p/q \neq 1/3$. В связи с последним об-



Электроннограмма от текстуры кукерита при угле наклона $\varphi = 60^\circ$

стоятельством, на первом эллипсе рефлексы $02l$, $11l$ располагаются неравномерно, а на втором эллипсе рефлексы $20l$, $13l$ сгруппированы в тесные четверки (Звягин и др., 1972). При анализе значений D выяснилось, однако, что отношения p/q , найденные по рефлексам первого и второго эллипсов, имеют разные значения, первое из которых (0,305) меньше, а второе (0,375) больше, чем $1/3$. Из них получаются два разных значения β , противоположным образом отклоняющиеся от идеального значения β , при котором $p/q = 1/3$; $c \cos \beta / a = -1/3$. Это парадоксальное положение было разрешено следующим образом. По значениям p , q , полученным из высот D рефлексов первого эллипса, были вычислены высоты D для рефлексов второго эллипса и сопоставлены с их экспериментальными значениями. Выяснилось, что по степени согласия этих величин существенно различаются внутренние и внешние рефлексы упомянутых четверок. Принимая во внимание, что рефлексы второго эллипса могут иметь индексы hk , равные 20 или 13 (с переменной знаков), можно прийти к заключению, что такой характер расхождения вычисленных и измеренных значений D вызван небольшой триклинностью ячейки, при которой не только p , но и $s \sim b^* \cos \alpha^* \neq 0$ и $D = hp + ks + lq$. Триклинность ячейки не сказывается на позициях рефлексов с $k=0$ и влияет на позиции рефлексов с $k \neq 0$ тем сильнее, чем больше индекс k . Расщепление рефлексов при $k \neq 0$ должно привести к увеличению их числа в интервале $\Delta D = q$. Однако если s мало, оно может и не проявиться. Если при этом $|F_{hkl}| \ll |F_{h\bar{k}l}|$, то неравенство $s \neq 0$ может сказаться лишь в некотором смещении рефлекса относительно теоретического положения для моноклинной решетки. В силу этих причин, анализ высот D рефлексов первого эллипса ($k=1,2$) дал грубые, но приблизительно достоверные (по характеру отношения p/q) значения p , q . Так как отношение $p/q < 1/3$, то в «моноклинных» четверках второго эллипса внешние рефлексы должны иметь индексы $13l$, $1.3.l+1$, а внутренние — $20.l+1$, $20l$. При $s \neq 0$ каждый из рефлексов $13l$ расщепляется на два рефлекса с противоположными по знаку индексами k ,

Таблица 1

Экспериментально идентифицированные политипные модификации хлоридов

Символическая запись	Ди—три	Число слов на период	Симметрия	Обозначение образцов	Источник
$\sigma_6\tau_6\sigma_6$	три	1	$C2/m$	Хлорит В	Brindley et. al., 1950.
	три	1	$C2$	Хлорит	Steinfink, 1958
$ \sigma'_3 \tau_+\tau_- \sigma'_3 $	ди	1	$C2$	Донбассит	Дриц, Александрова, 1968
$\sigma_4\tau_2\sigma_4$	три	1	$C\bar{1}$	Хлорит	Звягин, 1963,
	три	1	$C1$	Хлорит	Brindley et. al., 1950
	три	1	$C1$	Хлорит А	Steinfink, 1958
$ \sigma'_5 \tau_- \sigma'_5 $	три	1	$C\bar{1}$	Сг-хлорит	Bown, Bailey, 1967
$ \sigma'_5 \tau_+\tau_+ \sigma'_5 $	ди-три	1	$C\bar{1}$	Кукцит	Данная работа
$ \sigma'_6 \tau_- \sigma'_6 \tau_+ \sigma'_6 $	три	2	$C2/c$	Кукцит 2	Lister, Bailey, 1967
	три	2	$C2/c$	Вермикулит s	Shirozu, Bailey, 1966
$\sigma_3\tau_1\sigma_3\tau_5\sigma_3$	ди-три	2	$C2/c$	Донбассит	Дриц, Лазаренко, 1967
$ \sigma'_4 \tau_+\tau_+ \sigma'_4 \tau_-\tau_-\sigma'_4 $	ди	2	$C2/c$	Донбассит	Дриц, Лазаренко, 1967
$ \sigma'_1 \tau_- \sigma'_5 \tau_+ \sigma'_1 $	три	2	Cc	Вермикулит q"	Mathieson, Walker, 1954
$ \sigma'_4 \tau_+ \sigma'_6 \tau_+ \sigma'_4 $	ди-три	2	$C1$	Кукцит 1	Lister, Bailey, 1967
$ \sigma'_6 \tau_2\sigma'_6 \tau_3\sigma'_6 $	три	2	$C1$	Сг-хлорит	Lister, Bailey, 1967
$\sigma_3\tau_5\sigma_5\tau_5\sigma_3$	три	2	$C1$	Хлорит С	Brindley et. al., 1950
$\sigma_3\tau_3\sigma_1\tau_5\sigma_1\tau_3\sigma_3$	три	3	$C1$	Хлорит D	Brindley et. al., 1950

причем от исходного положения один из них отдалается, а другой приближается на величину $\Delta D = 3s$ по отношению к рефлексам $20l$.

В итоге в каждой группе должно образоваться 6 рефлексов, но чтобы их различить, необходимо достаточное разрешение рефлексов $20l$ и $13l$ ^{$\pm\pm$} приблизившихся к ним внутренних рефлексов $13l$. В противном случае, по-прежнему наблюдаются четверки рефлексов, создавая впечатление о моноклинности решетки. Нетрудно убедиться, что при $p = q/3 + \delta$ и $s = \pm\delta$ имеет место полное совпадение указанных рефлексов $20l$ и $13l$. Из высот рефлексов второго эллипса получается достоверное значение q и кажущееся значение $p' = q/3 \pm \delta'$, где $\delta' = 2\delta$. Как по положениям, так и интенсивностям одиночные рефлексy $13l$ ^{$\pm\pm$} кажутся рефлексами $20l$, а совпадающие рефлексy — рефлексами $13l$.

Поскольку на основании наблюдаемости четверок на втором эллипсе еще нельзя быть уверенным в точном совпадении рефлексов $20l$ и части рефлексов $13l$, за основу дальнейшего расчета электронограмм можно было принять то достоверное обстоятельство, что внешние рефлексy «четверок» являются одиночными, их позиции не искажены, и они имеют индексы $13l$, $1.3.l+1$. По высотам этих рефлексов можно было найти более точные значения q , например, согласно равенству $q = (D_{13l} + D_{1.3l+1}) / (2l+1)$. После этого, в результате измерения расщепления рефлексов okl , прилегающих к уровням $D = lq$ (наиболее четко оно выражено рефлексами третьего эллипса $04l$), было найдено значение

Таблица 2

Особенности рефлексов второго эллипса для хлоритов из пакетов $|\sigma'|$, триоктаэдрических и дитриоктаэдрических, при $p=q/3$ и $p=q/3-\delta$, $S=+0,016q$

<i>hkl</i>	D/q ($p/q=1/3$)	$\Sigma F_{\text{три}}^2$	$\Sigma F_{\text{ди-три}}^2$	D/q ($p/q \neq 1/3; s \neq 0$)	<i>d</i>	F^2	<i>I</i>
$\bar{1}\bar{3}0$				0,25	2,563	27	20
$\bar{1}30$	1/3	68	129	0,35	2,566	27	100
$\bar{2}01$				0,40	2,564	75	
200				0,60	2,556	80	100
$\bar{1}\bar{3}1$	2/3	158	152	0,65	2,552	36	
$\bar{1}31$				0,75	2,546	36	30
$\bar{1}\bar{3}1$				1,25	2,506	75	90
131	4/3	135	185	1,35	2,496	75	100
$\bar{2}02$				1,40	2,491	35	
201				1,60	2,461	30	30
$\bar{1}\bar{3}2$	5/3	113	142	1,65	2,459	56	
$\bar{1}32$				1,75	2,448	56	30
$\bar{1}\bar{3}2$				2,25	2,378	3	5
$\bar{1}32$	7/3	1	15	2,35	2,361	3	7
$\bar{2}03$				2,40	1,351	9	
202				2,60	2,323	315	90
$\bar{1}\bar{3}3$	8/3	855	855	2,65	2,312	270	
$\bar{1}33$				2,75	2,258	270	40
$\bar{1}\bar{3}3$				3,25	2 210	9	
133	10/3	23	33	3,35	2,193	9	3
$\bar{2}04$				3,40	2,181	15	
203				3,60	2,147	7	1
$\bar{1}\bar{3}4$	11/3	11	13	3,65	2,138	3	
$\bar{1}34$				3,75	2,120	3	
$\bar{1}\bar{3}4$				4,25	2,029	8	10
134	13/3	56	33	4,35	2,013	8	15
$\bar{2}05$				4,40	2,002	17	
204				4,60	1,969	78	40
$\bar{1}\bar{3}5$	14/3	332	364	4,65	1,956	93	
$\bar{1}35$				4,75	1,941	93	30
$\bar{1}\bar{3}5$				5,25	1,855	3	
135	16/3	3	10	5,35	1,839	3	8
$\bar{2}06$				5,40	1,828	4	
205				5,60	1,797	0,2	5
$\bar{1}\bar{3}6$	17/3	9	8	5,65	1,788	4	
$\bar{1}36$				5,75	1,772	4	
$\bar{1}\bar{3}6$				6,25	1,693	26	20
136	19/3	34	63	6,35	1,679	26	20
$\bar{2}07$				6,40	1,670	11	
206				6,60	1,642	136	40
$\bar{1}\bar{3}7$	20/3	640	504	6,65	1,632	184	
$\bar{1}37$				6,75	1,619	184	30
$\bar{1}\bar{3}7$				7,25	1,548	50	30
137	22/3	146	125	7,35	1,536	50	35
$\bar{2}08$				7,40	1,527	25	

Таблица 2 (окончание)

hkl	D/q ($p/q=1/3$)	$\Sigma F_{\text{три}}^2$	$\Sigma F_{\text{ди-три}}^2$	D/q ($p/q \neq 1/3; S \neq 0$)	d	F^2	I
207	23/3	17	21	7,60	1,503	15	5
$\bar{1}38$				7,65	1,495	4	
$\bar{1}38$				7,75	1,482	4	
$\bar{1}38$	25/3	51	44	8,25	1,421	10	15
138				8,35	1,410	10	
$\bar{2}09$				8,40	1,403	24	
208	26/3	17	8	8,60	1,381	2	10
$\bar{1}39$				8,65	1,373	3	
$\bar{1}39$				8,75	1,363	3	
$\bar{1}39$	28/3	495	364	9,25	1,303	130	20
139				9,35	1,299	130	
$\bar{2}.0.10$				9,40	1,293	104	
$\bar{2}09$	29/3	73	67	9,60	1,273	17	15
$\bar{1}.3.10$				9,65	1,263	25	
$\bar{1}.3.10$				9,75	1,258	25	
$1.\bar{3}.10$	31/3		3	10,25	1,211	1	10
$1.3.\bar{1}0$				10,35	1,203	1	
$\bar{2}.0.11$				10,40	1,196	1	
$2.0.10$	32/3		15	10,60	1,180	7	7
$\bar{1}.3.11$				10,65	1,174	4	
$1.3.11$				10,75	1,166	4	

$s = (D_{\text{окт}} - D_{\text{окт}}) / 2k$. После определения величин q , s не составило труда вычислить p , воспользовавшись достоверно несовпадающими рефлексами второго эллипса. Так разность высот крайних рефлексов каждой четверки составляет $\Delta = q + \sigma_s - 2p$ и $p = (q + 6s - \Delta) / 2$.

В итоге были установлены следующие соотношения: $p = 0,297q$, $\delta = 0,036q$, $s = +0,016q$, $s = -0,45\delta$, которым соответствует элементарная ячейка: $a = 5,14$, $b = 8,90$, $c = 14,15$ А, $\alpha = 90^\circ 35'$, $\beta = 96^\circ 12'$, $\gamma = 90^\circ$. Малые для слоистых силикатов значения a , b и, кроме того, соотношения интенсивностей рефлексов шестого и седьмого эллипсов, указывают на то, что данный однопакетный и триклинный хлорит может быть ди- и дитриоктаэдрическим. И в действительности, при пересчете данных химического анализа (приведенных ниже) для него была получена структурная формула почти дитриоктаэдрического хлорита $(\text{Li}_{0,7} \text{Al}_{2,1})_{2,8} (\text{Al}_{1,88} \text{Fe}_{0,09}^{2+} \text{Fe}_{0,09}^{3+})_{1,99} [\text{Si}_{3,38} \text{Al}_{0,62}]_{4,0} \text{O}_{10,35} (\text{OH})_{7,65}$, состоящего из диоктаэдрического трехэтажного слоя (степень заселения октаэдров 1,99) и почти триоктаэдрического одноэтажного слоя (степень заселения октаэдров 2,8).

Данные химического анализа Джалаирского кукента

SiO_2	38,26%	FeO	0,48
Al_2O_3	44,28	Li_2O	2
Fe_2O_3	1,31	H_2O^+	$\frac{13}{99,35}$

Аналитик Р. Л. Телешова.

В соответствии с распределением интенсивностей рефлексов второго эллипса, исследованный кукент относится к хлоритам из пакетов $|\sigma'|$. В табл. 2 даны приближенные интенсивности, оцененные

Таблица 4

Дифракционные признаки трех политипных модификаций дитриоктаэдрического хлорита из пакетов $|\sigma'|$

hkl	ΣF^2		$F^2 \bar{C1}$	D/p	d	I
	C2/m	C2				
$\bar{0}20$			0,2	-0,032	4,450	
020	580	380	0,2	0,032	4,450	50
$\bar{1}10$			0,2	0,28	4,433	
110	112	42	130	0,31	4,428	90
$\bar{1}11$			170	0,69	4,349	
111	166	72	25	0,72	4,340	90
$\bar{0}21$			70	0,97	4,256	
021	40	127	80	1,03	4,231	85
$\bar{1}11$			220	1,28	4,124	
111	15	86	19	1,31	4,109	5
$\bar{1}12$			16,0	1,69	3,926	
112	240	420	12,2	1,72	3,910	20
$\bar{0}22$			18,2	1,97	3,778	
022	14	68	18,5	2,03	3,744	5
$\bar{1}12$			45	2,28	3,609	
112	32	106	58	2,31	3,591	40
$\bar{1}13$			12,2	2,69	3,391	
113	84	34	104	2,72	3,374	40
$\bar{0}23$			0,2	2,97	3,245	
023	52	18	64	3,03	3,198	30
$\bar{1}13$			0,0	3,28	3,088	
113	248	152	0,6	3,31	3,071	
$\bar{1}14$			0,4	3,69	2,897	
114	50	18	43,4	3,72	2,882	20
$\bar{0}24$			6,3	3,97	2,774	
024	74	34	53,3	4,03	2,746	25
$\bar{1}14$			23,0	4,28	2,645	
114	6	36	24,0	4,31	2,631	25
$\bar{1}15$			66,5	4,69	2,489	
115	1	18	3,6	4,72	2,476	20
$\bar{0}25$			1,5	4,97	2,390	
025	56	104	6,0	5,03	2,368	2
$\bar{1}15$			9	5,28	2,285	
115	3	21	42	5,31	2,275	8
$\bar{1}16$			6	5,69	2,161	
116	12	32	13	5,72	2,152	5
$\bar{0}26$			29	5,97	2,033	
026	16	4,8	1	6,03	2,066	6
$\bar{1}16$			13	6,28	2,001	
116	7	2,0	0,5	6,31	1,993	2

визуально по 100-балльной шкале. Они представляют собой более детальную дифракционную характеристику хлоритов из пакетов $|\sigma'|$, так как в большинстве других случаев решетка близка к моноклинной с $p/q=1/3$, и рефлексы с индексами hk 13 и 20 не разрешаются.

С периодом в один пакет возможны лишь 3 политипные модификации из пакетов $|\sigma'|$ ди- и дитриоктаэдрического хлорита, удовлетворяющие требованию однородности: $|\sigma'_{33}|\tau_0\tau_0|\sigma'_{33}|$, $|\sigma'_{33}|\tau_+\tau_-|\sigma'_{33}|$ или энантиоморфная ей $|\sigma'_{55}|\tau_+\tau_+|\sigma'_{55}|$, соответственно с симметрией $C2/m$, $C2$, $C\bar{1}$, из которых ранее встречалась только одна с симметрией $C2$ (Дриц, Александрова, 1968: см. также табл. 1). Для этих структур были подсчитаны значения F^2 для рефлексов $01l$, $02l$ (таблица 3) и выяснилось, что с наблюдаемым распределением интенсивностей хорошо согласуется триклинная ($C\bar{1}$) структура.

Обе энантиоморфные структуры симметрии $C\bar{1}$, естественно, дают одну и ту же дифракционную картину. Для них справедливо соотношение $F_{hkl}=F_{\bar{h}\bar{k}\bar{l}}$, и для энантиоморфной структуры рефлексы имеют противоположный знак индекса k . Это означает, что если для одной структуры $s>0$, то для энантиоморфной $s<0$. Численные значения F^2 показали, что $s>0$ и $\alpha>\pi/2$ относятся к структуре $|\sigma'_{55}|\tau_+\tau_+|\sigma'_{55}|$. Для энантиоморфной структуры $|\sigma'_{11}|\tau_-\tau_-|\sigma'_{11}|$ следовало бы выбрать правую ячейку с $\alpha=89^\circ 25'$.

После идентификации политипной модификации Джалаирского кукеита черты его структуры оказалось возможным узнать и в электронограммах ряда других образцов, хотя и более низкого качества. Это обстоятельство можно расценивать как признак распространенности в природе, кристаллохимического и генетического значения данной политипной модификации дитриоктаэдрического хлорита.

Что касается исследованного кукеита, то его формирование является результатом одного из заключительных этапов переработки боксита, происходившей в бокситовой толще после ее метаморфизма.

Под влиянием более позднего тектонического воздействия в сформировавшейся бокситовой толще возникали локальные зоны интенсивной мелкой трещиноватости. К ним была приурочена циркуляция растворов, обогащенных кремнеземом. Взаимодействием этих растворов с глиноземом бокситов можно объяснить образование пирофиллита по трещинам.

Образование пирофиллита может указывать, во-первых, на достаточно высокие параметры p , T -условий происходившего минералообразования и, во-вторых, на отсутствие в растворах щелочных катионов.

Образование структурно совершенного дитриоктаэдрического хлорита — кукеита происходило в зонах поздних тектонических подвижек среди пирофиллита, в результате взаимодействия с пирофиллитом новых порций растворов, обогащенных литием.

В заключение отметим, что образование пирофиллита наблюдалось не только по макротрещинам, но и непосредственно в самом бокситовом материале по микроослабленным зонам. На последнее указывает наличие кукеита с примесью пирофиллита в боксите (в последнем случае кукеит не столь структурно совершенен, как в тектонически ослабленных зонах). В боксите, согласно петрографическому исследованию и рентгеновским данным, содержится значительное количество гематита и немного корунда. На этом основании можно заключить, что железо, практически, не участвовало в процессах, тем самым было соблюдено закономерное, для пирофиллита и кукеита, отсутствие скольконибудь заметных изоморфных замещений Al на Fe в их структурах.

Авторы благодарны В. П. Петрову за обсуждение данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- Дриц В. А., Александрова В. А.* Структура минерала из группы донбасситов — диоктаэдрического хлорита с Новой Земли.— Минерал. сб. Львовск. ун-та, № 22, вып. 2, 1968.
- Дриц В. А., Лазаренко Е. К.* Структурно-минералогическая характеристика донбасситов.— Минерал. сб. Львовск. ун-та, № 21, вып. 1, 1967.
- Звягин Б. Б.* К теории полиморфизма хлоритов.— Кристаллография, 8, № 1, 1963.
- Звягин Б. Б.* Электронография и структурная кристаллография глинистых минералов. Изд-во «Наука», 1964.
- Звягин Б. Б., Мищенко К. С., Соболева С. В.* Структуры пиррофиллита и талька в свете полиптипии слюдоподобных минералов.— Кристаллография, 13, № 4, 1968.
- Звягин Б. Б., Федотов А. Ф., Соболева С. В., Мищенко К. С.* Об отображении в электронограммах от текстур угла моноклинности слоистых силикатов.— Кристаллография, 17, № 4, 1972.
- Bailey S. W., Brown B. E.* Chlorite polytypism: I. Regular and semirandom one-layer structures.— Amer. Mineralogist, 47, 1962.
- Brindley G. W., Oughton B. M., Robinson K.* Polymorphism of the chlorites.— Acta crystallogr., 3, а 3, 1950.
- Brown B. E., Bailey S. W.* Chlorite polytypism: II. Crystal structure of a one-layer Cr-chlorite.— Amer. Mineralogist, 48, N 1—2, 1963.
- Lister J. S., Bailey S. W.* Chlorite polytypism: IV. Regular two-layer structures.— Amer. Mineralogist, 52, N 7—8, 1967.
- Mathieson A. L., Walker G. F.* Crystal structure of magnesium vermiculite.— Amer. Mineralogist, 39, N 3—4, 1954.
- Shirozu H., Bailey S. W.* Chlorite polytypism: III. Crystal structure of orthohexagonal iron chlorite.— Amer. Mineralogist, 50, N 7—8, 1965.
- Steinfink H.* The crystal structure of chlorite. I. A monoclinic polymorph. II. A triclinic polymorph.— Acta crystallogr., 11, N 3, 1958.